γ Veto Counter 用 Scintillator 性能テスト

千葉竜一

Version 1.00α

1　実験 1

松本さんの実験を引き継ぎ、核理研用に作っていた BC-408 を用いて Ru 線源を当てて、テストした。

1.1　実験目的

核理研用に作ったシンチレーターを用いて、松本さんが行っていた実験を行ってみた。実際の E391 実験を考慮して、ファイバーの長さを 2500mm とした。(Attenuation Length を一応考えた。)

1.2　セットアップおよびロジック

用いた PMT は R5800(xx295) である。

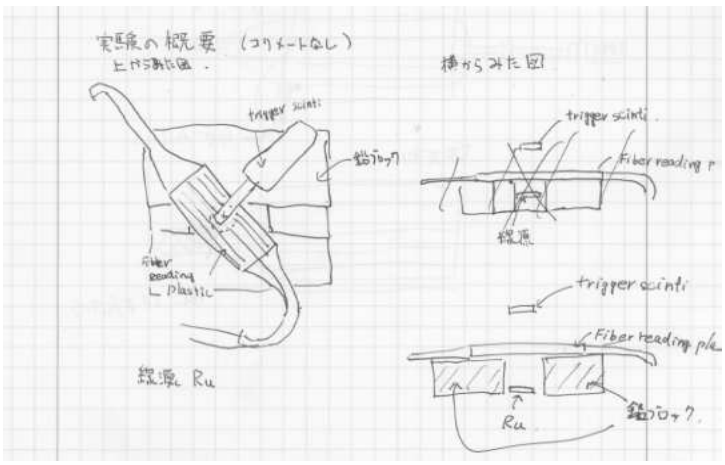


図 1: セットアップ図

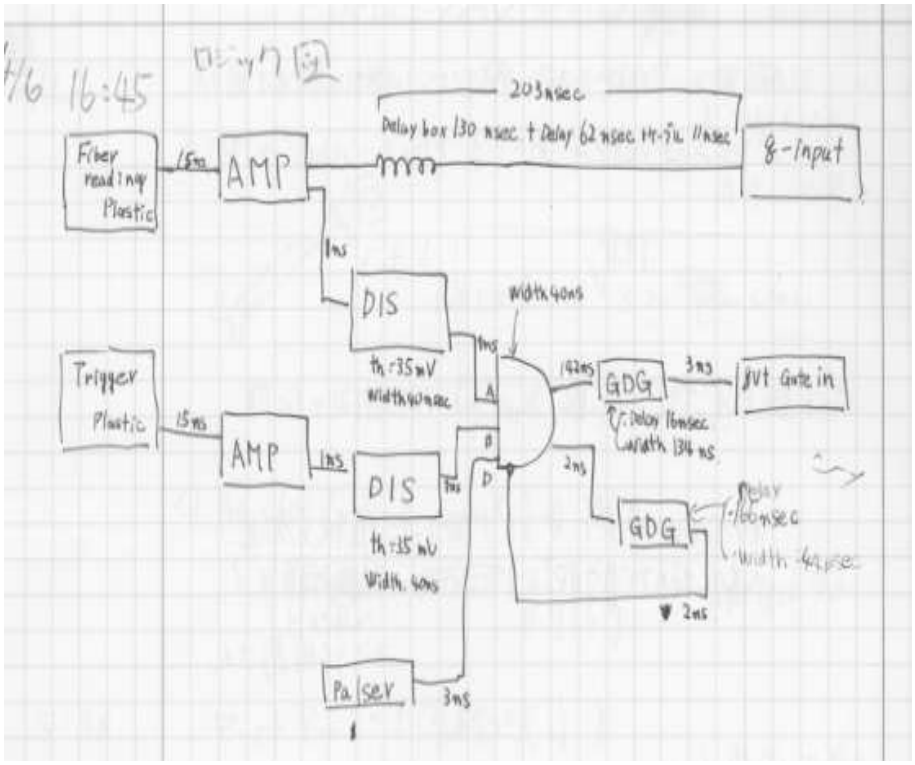


図 2: Logic 図

1.3 結果

このセットアップで取れたヒストグラムは図 3 の様になった。

$$N_e = \frac{Mean - Pedestal}{\sigma}$$

の式で光電子数を評価してみると、$N_e = 21.8 p.e$ の値が得られた。

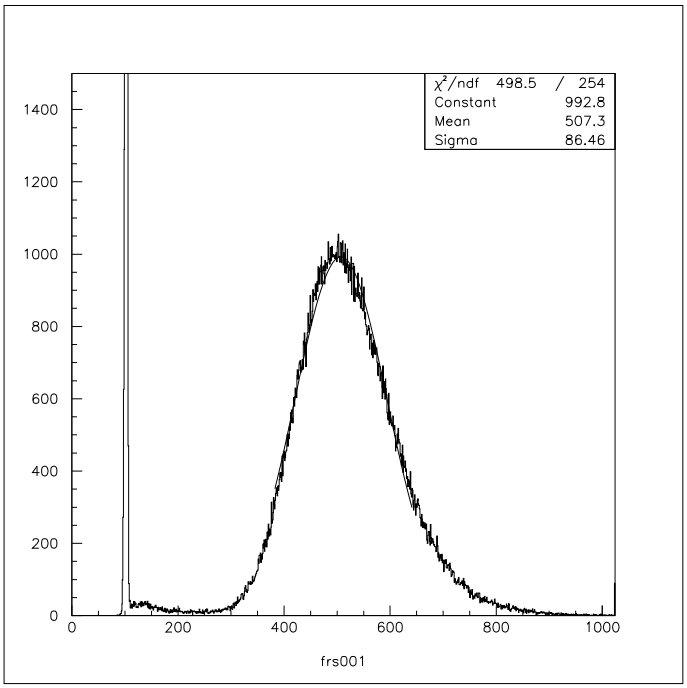


図 3: File name frs001.dat

2 実験 2

2.1 目的

実験 1 で行った光電子数の評価を Gain から求める。そのため qVt の channnel-q の関係と、AMP の Gain のきちんとした値を知ることが必要となる。

2.2 評価方法

AMP の増幅率は

$$\frac{AMP \text{ があるときの } MEAN - Pedestal}{AMP \text{ がないときの } MEAN - Pedestal} \tag{1}$$

である。

また、光電子数 N_e は

$$N_e \times PMTGain \times AMPGain = \frac{q}{c} \tag{2}$$

で計算した。

2.3 qVt の channel–q の関係

qVt に $40mV \times (width)$ の大きさの NIM シグナルをいれ、まず、width と channel の関係式を導き出した。この関係式をこちゃこちゃ計算していくと、以下の対応式が得られた。

$$q[pc] = 0.2 \times (channel) - 25.4 \tag{3}$$

2.4 AMP の増幅率

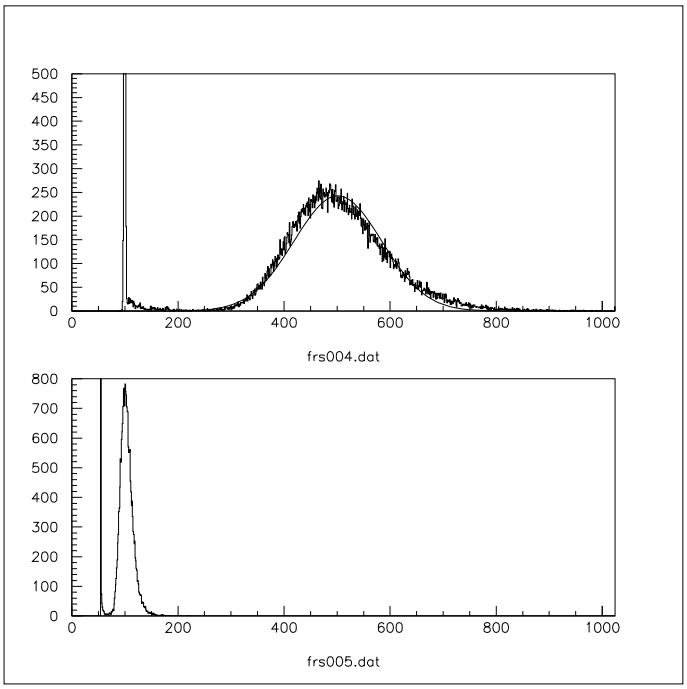


図 4: 上図 AMP あり。下図 AMP なし。

式 (1) より、AMP 増幅率は 8.3 倍と得られた。

2.5 結果

Gain から求めるために frs001.dat を用いた。HAMAMATSU R5800MOD は、HV-1400V のとき、2×10^6 の Gain が得られる。(2) に代入すると、

$$N_e = 21.9 \text{ 個}$$

の Photon 数が得られることになる。これは、1.3 の結果と、同一の値が得られたことになる。

このシンチレーターは片側読み出しなので、両側読み出ししたとすると 40p.e 位の光電子数が得られていると、見積もることができた。

3 実験 3

各 HV に対する Gain と q の量の関係を調べた。

3.1 目的

各電圧ごとに対する Gain と実験から得られる $[(MEAN) - (PEDESTAL)]$ すなわち q の量の関係から、linearity を確認する。

3.2 セットアップおよび Logic

1.2 と同じ環境で実験を行った。違いは、PMT にかける電圧を 50V づつ上げていったことである。同じ Logic で、ATTN をかけたときとかけないときの比較も行った。

3.3 結果

実験で得られた結果を、下の表にまとめた。「MEAN」はピークを Gauss Fit させたときの値、「Gain」は Hamamatsu の資料から見積もられる R5800MOD の Gain、「$M - P$」は、$(MEAN) - (Pedestal)$ である。

ATTN 10dB

HV	**Gain**	**MEAN(ch)**	**Pedestal(ch)**	**M - P**
1400	1.9×10^6	249.0	131	118
1450	2.3×10^6	280.9	131	150
1500	3.0×10^6	320.7	131	190
1550	3.9×10^6	368.3	131	237
1600	4.8×10^6	423.8	131	293
1650	6.0×10^6	488.9	131	358
1700	7.2×10^6	567.5	131	437
1750	9.0×10^6	650.8	131	520

ATTN NONE

HV	Gain	MEAN(ch)	Pedestal(ch)	M - P
1400	1.9×10^6	501.5	96	406
1450	2.3×10^6	591.3	98	493
1500	3.0×10^6	717.2	98	619
				69

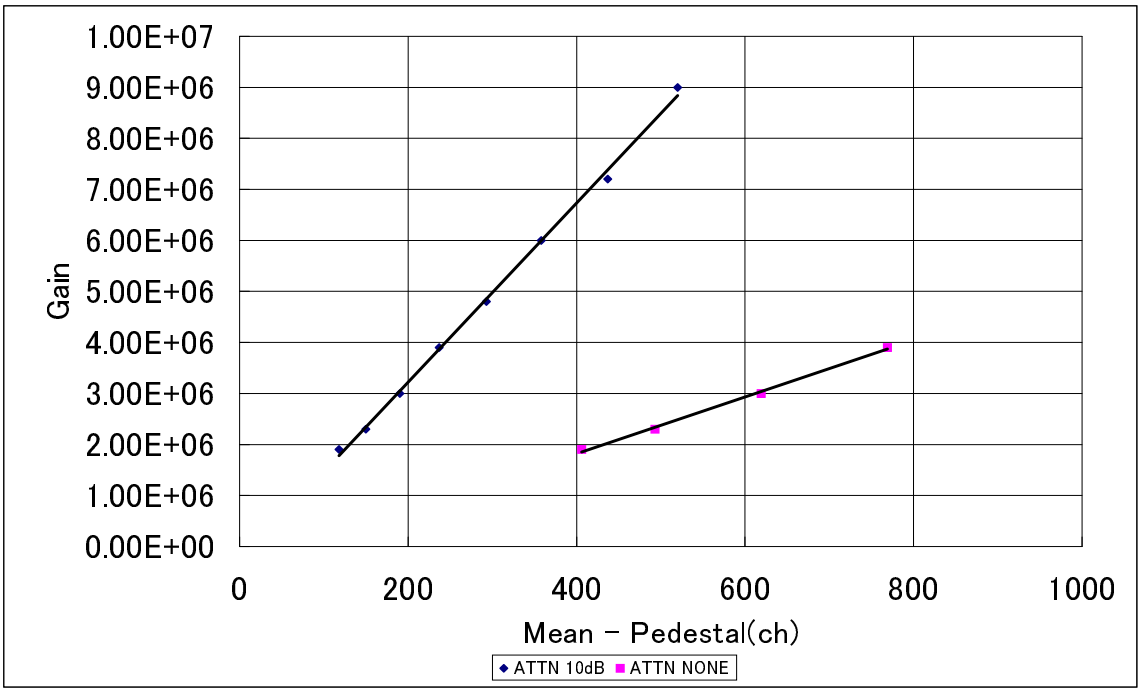


図 5: 表をグラフにした図

きれいに直線に乗っている結果が得られた。

4 実験 4

μ をつかって、光電子数を測定してみる。

4.1 目的

e と μ で、スペクトルに変化があるかどうかを調べる。

4.2 セットアップおよび Logic

図 (1) と同じ Logic、セットアップをした。違いは、線源があるかないかだけである。

4.3 結果

μ の測定は 1 週間にわたっておこなった。e とのスペクトルの比較は図 6 の様になった。

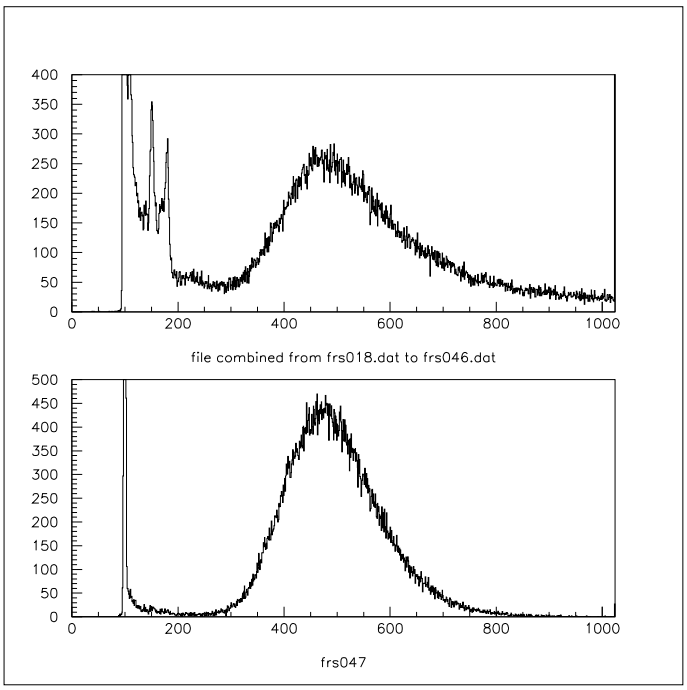


図 6: 上図は μ、下図は e のスペクトルを示す。

図 6 を見てみるとあまりピーク位置に差が見られない。もっと詳しく比較してみるためにピーク付近のチャンネルを引いたものと、割ったものを図 7 に示す。

なお、ピーク付近のカウント数に差があるので、カウント数が大体同じくらいになるように factor をかけた。

図 (7) から分かるように、μ と e のピーク付近では、両方ともフラットになっている。これはつまり、スペクトルの形には差がなく、μ と e との区別ができないということになる。

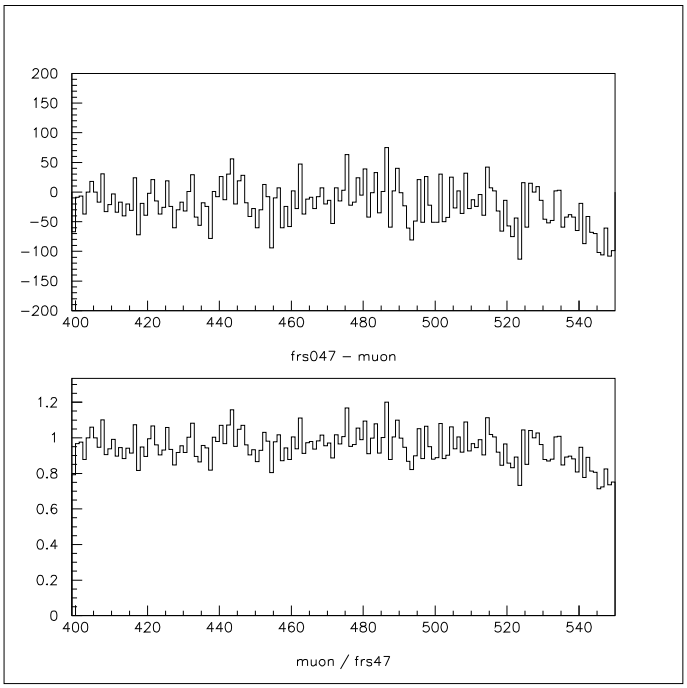


図 7: 上図はピーク付近を引いたもの、下図は割ったものを示す。

5　実験 5

反射材ごとの光量測定、および相対比較。

5.1　目的

E391A 実験ではカロリメーターを組み立てる上で、テフロンを巻き付けながら組み立てていくことは、時間、手間がかなりかかる。組み立てを少しでも簡単にするためにもっと使いやすい反射材を探し、テフロンに変わるものはあるのかないのかの比較を行うことにする。比較対称の反射材は以下の通りである。

1. テフロン
2. レフホワイト
3. ルミラー (75μm)
4. ルミラー (100μm)
5. コパロン (S-Tube) 0.2mm
6. ルイルミラー
7. Px Tube

5.2 セットアップおよび Logic

Logic は図 2 とほぼ同じ。セットアップは図 8 である。

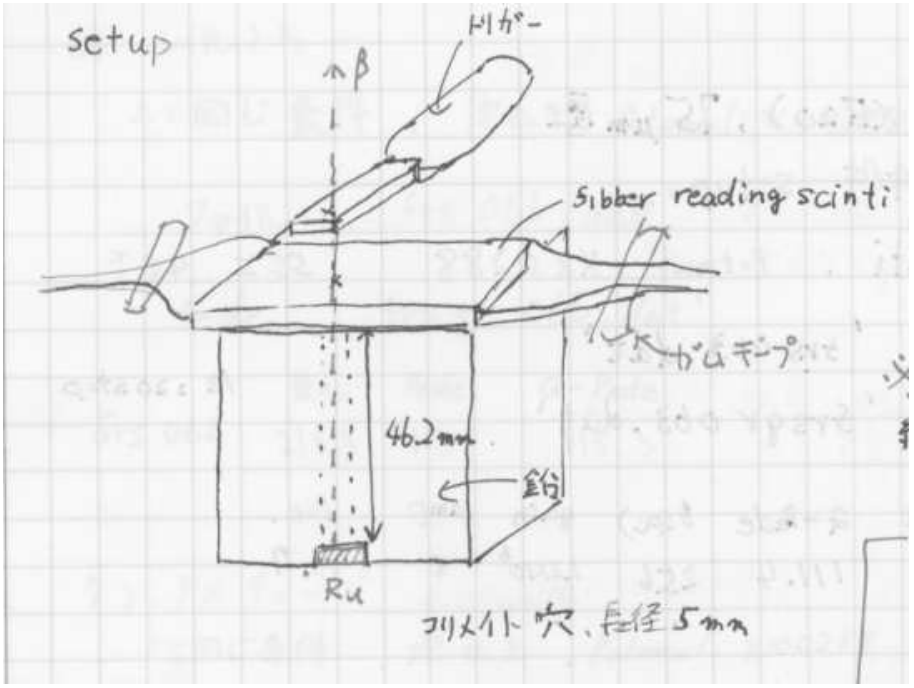


図 8: このセットアップで反射材を変えていった。

5.3 結果

測定結果は以下の通りである。

反射材	相対値 (テフロンを 1 とした時)
テフロン	1
コパロン	0.9
Px Tube	0.86
レフホワイト	0.99
ルミラー (75μm)	0.94
ルミラー (100μm)	0.93
ルイルミラー	0.96

それぞれのスペクトルは図 9 になっている。

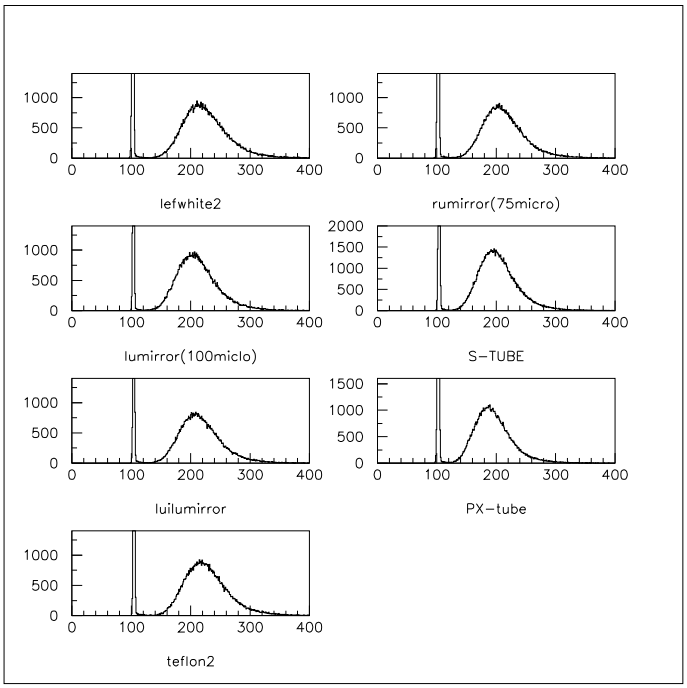


図 9: 各反射材ごとのスペクトル

6 実験 6

今まで実験に使った PMT の Gain チェックを行う。

6.1 目的

光電子数を比較する上で、絶対値を得るためには、きちんとした PMT の Gain を得ることが必須である。したがって、カタログデータを用いるのではなく自分達で、Gain の測定を行った。調べた PMT は以下の三つである

1. R5800MOD(xx295)
2. R5800MOD(xx288)
3. R1161 (AMP なし)

6.2 セットアップおよび Logic

セットアップは図 (10) で Logic は図 (11) にて行った。

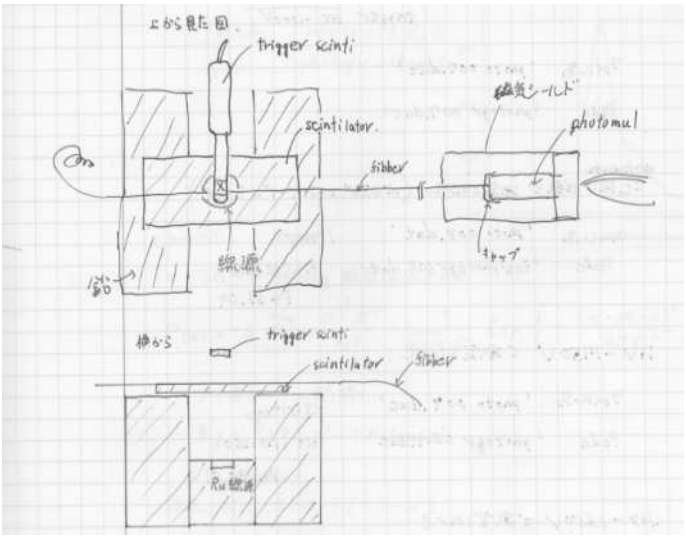


図 10: セットアップ

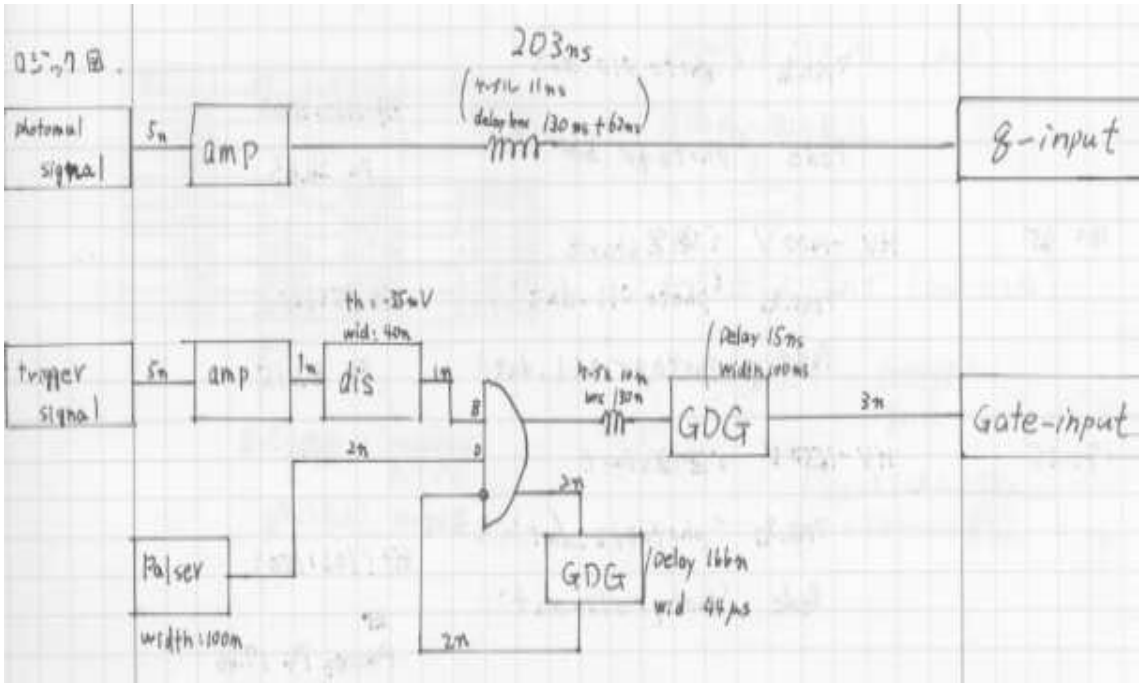


図 11: Logic

6.3 結果

Gain の評価等は Log ノートを参照。結果を以下にしめす。

HV	xx295 Gain	xx288 Gain	R1161 Gain
1400	1.47E+06		
1450			
1500		1.40E+06	
1550	3.06E+06	1.78E+06	
1600	3.52E+06	2.29E+06	8.20E+06
1650	4.61E+06	2.88E+06	
1700	5.73E+06	3.36E+06	
1750	6.67E+06	4.37E+06	
1800			2.21E+07
1900			3.03E+07
2000			4.59E+07
2100			5.95E+07
2200			8.78E+07

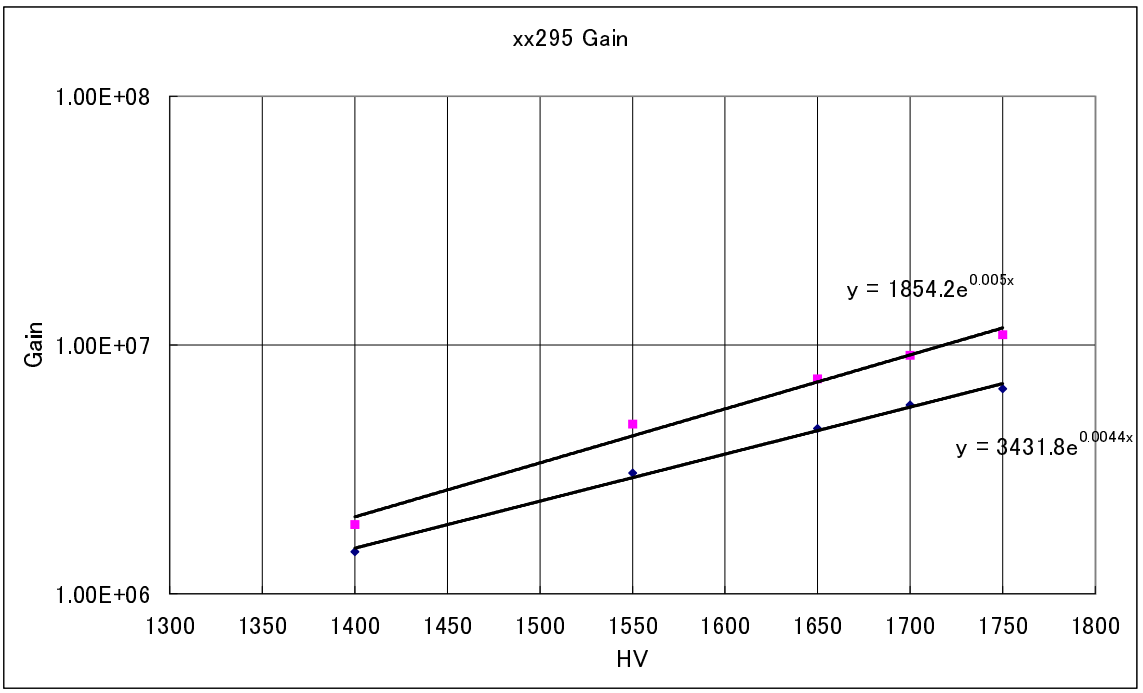
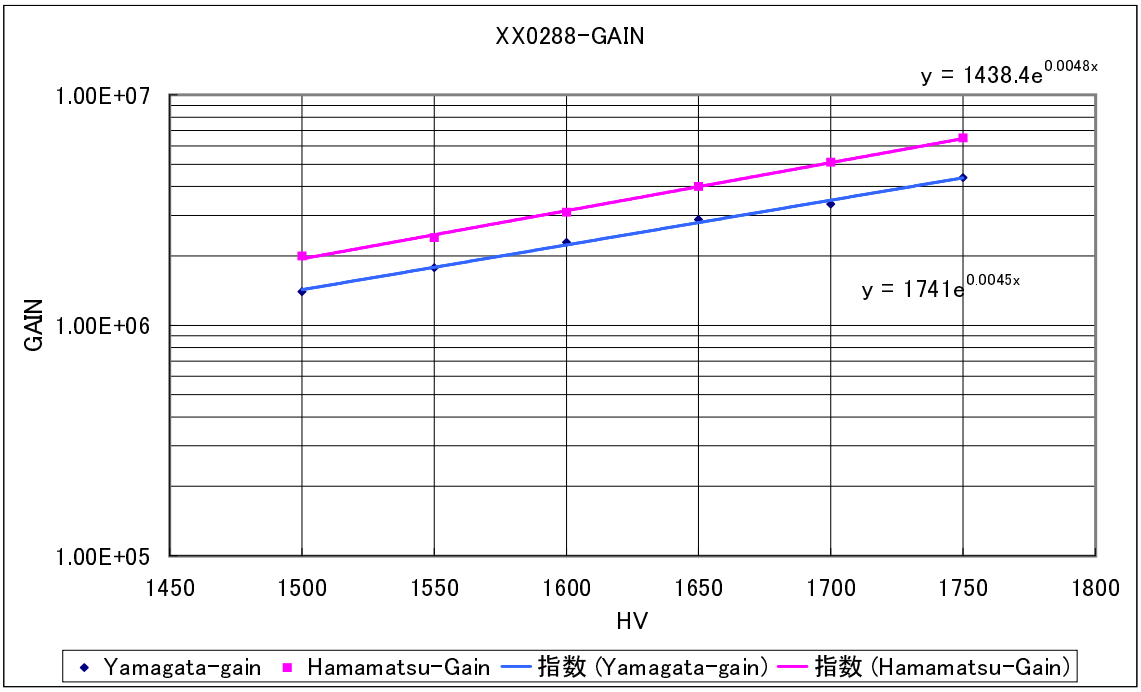


図 12: R5800MOD xx295 Gain



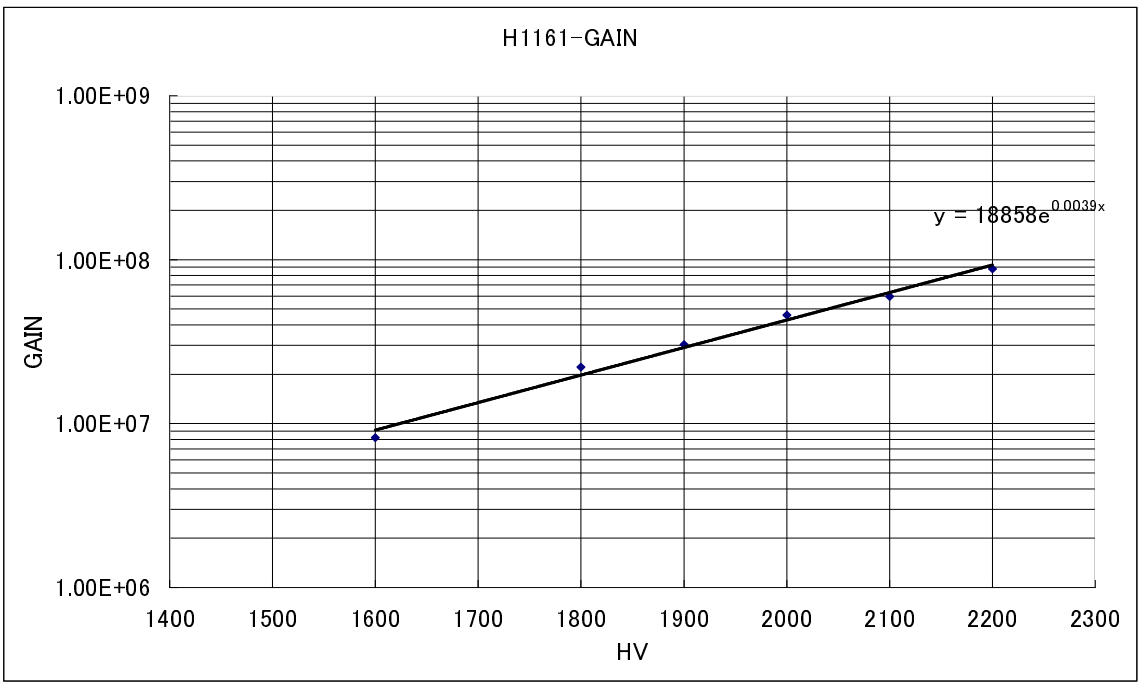


図 14: R1161 Gain

7　実験 7

シンチレーターの溝の数による光量比較

7.1　目的

Veto Counter の設計上の問題から、5mm 間隔でファイバーを埋め込むシンチレーターの使用が難しくなった。設計する上で、10mm 間隔であれば何とか問題を回避できるということなので、4 種類のシンチレーターを用意し、光量比較をした。

また、Veto Counter の組み立てで、設計上の問題を回避でき、作業の能率を上げることができるのは Type4 のシンチレーターである。

1. Type1 両面溝 9 本 5mm 間隔
2. Type2 両面溝 5 本 10mm 間隔
3. Type3 片面溝 9 本 5mm 間隔
4. Type4 片面溝 5 本 10mm 間隔

7.2　セットアップおよび Logic

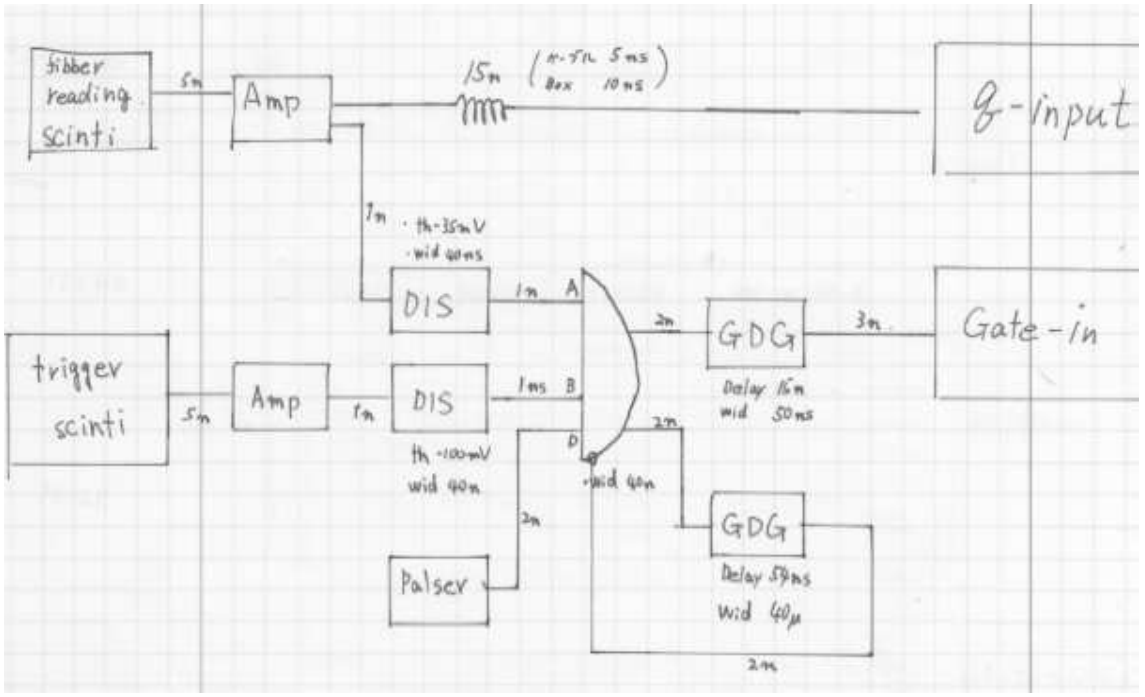


図 15: Logic 図

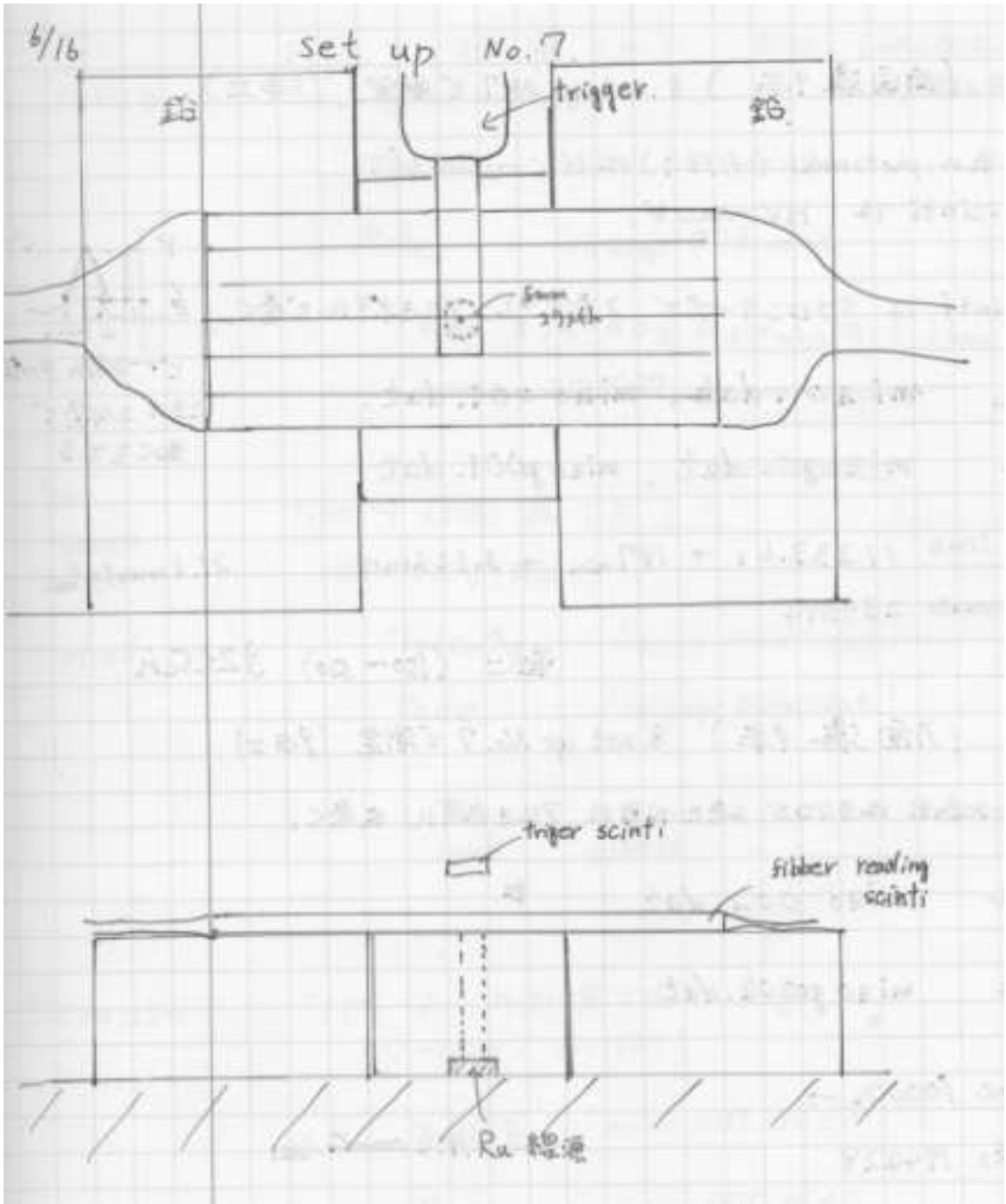

6/16
set up No. 7
trigger
trigger scinti
fibber reading scinti
Ru 線源

図 16: セットアップ図

7.3 結果

シンチレーター	光量の相対値
Type1(溝 5 本側上向き)	1.000
Type2(溝 3 本側上向き)	0.827
Type2(Reverse)	0.816
Type3(溝 9 本側上向き)	1.101
Type3(Reverse)	1.102
Type4(溝 5 本側上向き)	0.967
Type 4(Reverse)	0.972

現在 E391A 実験では、Type4(溝 5 本側上向き) を使用することになっている。

8 実験 8

接着材の違いのよる光量比較。

8.1 目的

シンチレーターとファイバーを埋め込むときに使う接着材の違いによる、光量の比較を行った。３種類で光量比較を行った。

1. OKEN シリコングリース
2. ShinEtsu RTV ゴム
3. Bicron BC-600

8.2 セットアップおよび Logic

不明。おそらく実験 7 と同じだと思われる。

8.3 結果

接着材	光量の相対値
OKEN シリコングリース	0.807
ShiEtsu RTV ゴム	0.828
Bicron BC-600	1.000

ここで、松本さんの実験結果との比較をしてみる。

松本さんの実験

接着材	光量の相対値
Nothing	0.424
OKEN シリコングリース	0.932
Bicron BC-600	1.000

詳しい実験のセットアップ等は分からないが、シリコングリースの結果がこのように違うのは、グリースの塗り方に違いがあるのだろうと思われる。